FORSKER FOR EN DAG





VOMGASSER OG DRIVHUSEFFEKT

KULDIOXID- OG METANGÆRING I KOENS VOM



DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET
AARHUS UNIVERSITET

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

VOMGASSER OG DRIVHUSEFFEKT

- KULDIOXID- OG METANGÆRING I KOENS VOM

Om forsøget

I køers nedbrydning af kulhydrater dannes to gasser som restprodukt: metan og kuldioxid. Både metan og kuldioxid bidrager til drivhuseffekten, effekten af metan er dog langt kraftigere end effekten af kuldioxid.

Med vomsaft udtaget af en vomfistuleret ko måles på den kuldioxid- og metangæring, som foregår i koens vom.



Foto: Forsøgsopstilling som efterligner koens vom. To fodermidler gærer og producerer metan og CO_2.

Materiale liste

- Baggrund: Mikrobiel omsætning i vommen
- Øvelsesvejledning
- Ordliste
- Litteratur
    - Olesen JE (2005). Kan landbruget reducere udledningen af drivhusgasser. Plantekongres
    - Sommer et al. (2007). Drivhusgasser og husdyrproduktion. Aktuel Naturvidenskab nr. 5

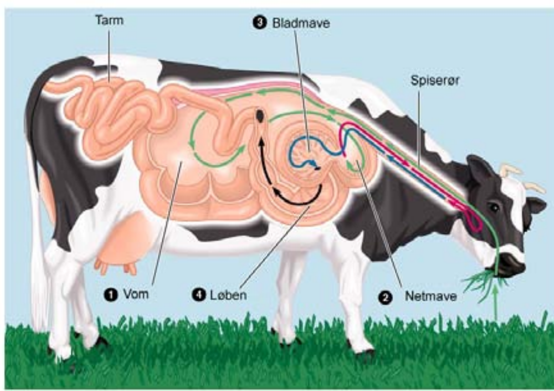
Mikrobiel omsætning i vommen

Introduktion

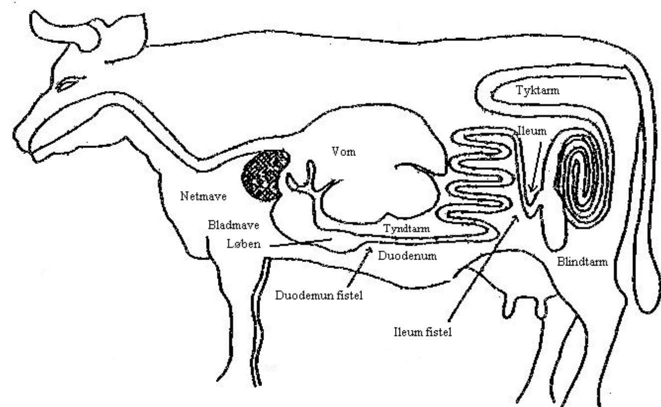
Drøvtyggeres fordøjelsessystem er anderledes end hos svin og mennesker, som ligner svin i mange henseender. Koen, som er en drøvtygger, gør brug af mikroorganismer i nedbrydningen af foderet. Ko og mikroorganismer lever i symbiotisk forhold, hvor mikroorganismerne kan nedbryde cellulosen i koens foderkilde til kulhydrat, som koen så kan optage.

Den mekaniske nedbrydning af foderet starter ved at koen findeler foderet og tygger drøv, dvs. at den tygger det samme foder flere gange. Med drøvtygningen får foderet et stort overfladeareal til den videre nedbrydning og spyttet gør foderet fugtigt. Med tungen former koen nogle foderboller, som den skubber videre ned i svælget.

Koen har fire maver: vommen, netmaven, bladmaven og løben, hvor det kun er løben, der er en *'rigtig'* mave med en enzymatisk nedbrydning som den vi kender hos de enmavede (svin, heste, mennesker, mink m.fl.), mens de tre for-maver (vommen, netmaven og bladmaven) er en slags udposninger på spiserøret (se figur). Vom og netmave er ikke helt adskilt.



Figur A. Foderets vej gennem de fire maver.



Figur B. Skitse af drøvtyggerens fordøjelsessystem med markering af de to tarmfistler.

For koens vedkommende nedbrydes cellulosen i foderet til kulhydrater i vommen/netmaven ved hjælp af en række **mikroorganismer** (bakterier, protozoer og svampe). Nedbrydningsprocessen er en iltfri forgæring. Som biprodukt af nedbrydningen dannes **eddikesyre, propionsyre, smørsyre, metan og CO_2**.

I vommen er pH (6,2 – 6,8) og temperatur konstant af hensyn til mikroorganismerne.

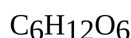
Reaktionsligningerne for den mikrobielle nedbrydning af foderets kulhydrater i vommen/netmaven ser således ud:



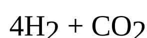
$C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2O \rightarrow 2CH_3COOH$ (eddikesyre) $+2CO_2 +4H_2$



$C_6H_{12}O_6 +2H_2 \rightarrow 2C_2H_5COOH$ (propionsyre) $+ 2H_2O$




$C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_3H_7COOH$ (smørsyre) $+ 2\,CO_2 + 2H_2$




$4H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4$ (metan) $+ 2H_2O$

Netmaven fungerer som en slags regulator af flowet mellem vommen og bladmaven. Dens sammentrækninger får foderboller til at flyde tilbage til vommen og spiserøret eller videre til bladmaven. I bladmaven absorberes fedtsyrer og vand fra foderet, hvorefter foderet løber ned i den *'rigtige'* mave, løben. I løben afgives enzymer og saltsyre til fordøjelsen. Hermed slås mikroorganismerne ihjel, og fordøjes enzymatisk sammen med resten af det nedbrudte foder. Den dannede metan (CH_4) og kuldioxid (CO_2) bøvser koen op igen.

Regneeksempel: Vomgasproduktion

En ældre ko af de store racer på høj foderoptagelse vil typisk have et volumen mellem 80 og 130 liter i vom/netmave. En sådan ko æder typisk 20 kg tørstof pr. dag, og foderet omsættes af mikroorganismerne i vom/netmave. Mikroorganismernes nedbrydning af foder giver en mikrobiel vækst (ca. 3,5 kg mikrobiel tørstof passerer til tyndtarmen pr. dag) og en produktion af ca. 6 kg flygtige fede syrer pr. dag fordelt på ca. 65 % eddikesyre, 20 % propionsyre og 15 % smørsyre. Den mikrobielle gæring giver yderligere anledning til produktion af omkring 1600 liter CO_2 og 500 liter CH_4. Nedbrydningen af blot 20 g tørstof (1/1000 af dagsrationen) giver derfor ophav til ca. 1,6 liter CO_2 og 0,5 liter CH_4.

Øvelsesvejledning

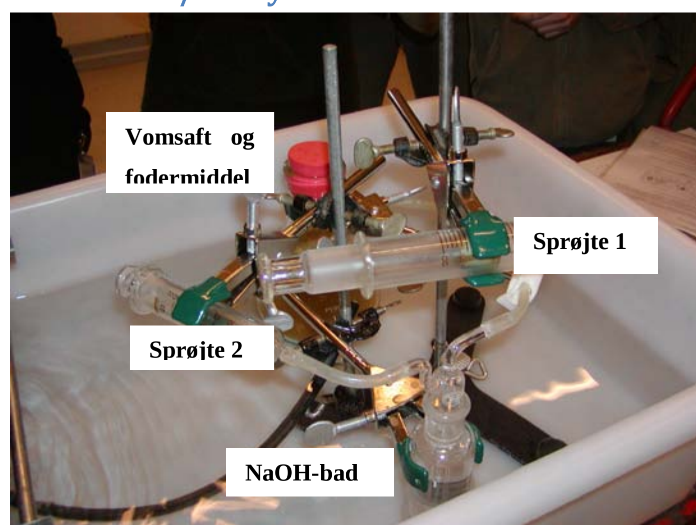
Formål

Ved en forsøgsopstilling efterligner vi koens vom (figur 1). Vi vil undersøge to ting:

› Vurdering af to fodermidlers nedbrydningshastighed/fordøjelighed ud fra udviklingen af de to gasser CH_4 og CO_2. Nedbrydningstiden for to fodertyper (bygkerne og halm) undersøges som gasudvikling over tid.

› Vurdering af gassens fordeling på CO_2 og CH_4.

Materialer/udstyr



Udførelse

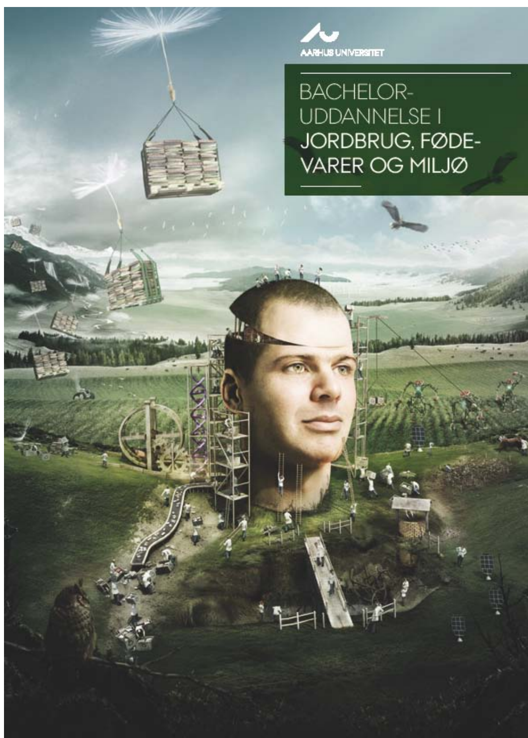
› Frisk vomvæske udtages af koens vom og filtreres over ostestklæde. ½ liter vomvæske og ½ liter buffer mættet med CO_2 (pH 6,8-6,9) tilsættes en kolbe, hvor der er udvejet 20 g af et af fodermidlerne.
› Forsøget startes med foderblanding 1. Det atmosfæriske luft i kolben fordrives med CO_2, og den lukkes med prop. Mikroorganismerne vil nu så småt begynde at nedbryde foderet. Herefter starter målingerne.
› Starttiden noteres. Gassen (hovedsageligt CO_2 og CH_4) ledes via en studs og slange til en glassprøjte (1), hvor gassen opsamles og måles. Stemplet i sprøjte 1 vil presses ud det samlede gastryk.
› Når sprøjten er fuld, lukkes der for klemhanen på den tilførende slange, og tidspunktet noteres, og det nøjagtige volumen noteres.
› Klemhanen til sprøjte 2 åbnes. Vomgassen bobles igennem et bad med NaOH, hvor CO_2 fældes. Resten af gassen er i hovedsagen metan (CH_4) og det kan måles i glassprøjte 2.
› Målingerne gentages ved at der lukkes for sprøjte 2 og åbnes for sprøjte 1.
› Målingernes gentages til processen standser.
› Forsøget udføres samtidigt med foderblanding 2.

Beregninger

› Samlet gasudvikling, metanudvikling og CO_2-udvikling (differens) beregnes.
› Beregn gasproduktionen for en ko pr. dag: i dette forsøg brugte vi 20 g foder. En ko æder ca. 20 kg fodertørstof/dag. Sammenlign med det nævnte eksempel ovenfor.
› Der laves evt. et søjlediagram over nedbrydningshastigheden (ml/sek.) hvormed gassprøjte 1 blev fyldt (x-akse: fyldning 1, 2, 3 osv., y-akse: tid i sek.).
› Sammenlign nedbrydningshastighed, total gasproduktion og forholdet mellem CO_2 og CH_4 på de to fodermidler.
› Den samlede kvægbestand i Danmark er pr. 31. marts 2008 1.557.000 drøvtyggende køer, som alle lukker CH_4 og CO_2 ud. Hvilken betydning har det for miljøet? Hvad kan man gøre for at mindske udledningen af gasserne?
› Overvej hvad koens føde består af?
› Hvad består mikroorganismernes føde af?

Ordliste

- **Ajle**: husdyrgødning i form af ren urin, bruges næsten ingen steder i dag
- **Duodenum**: tolvfingertarm, øverste del af tyndtarm
- **Emission**: udledning
- **Fistel**: en slags rør, der giver adgang til fordøjelsessystemet
- **Flygtige fede syrer**: letfordampelige fedtsyrer, såsom eddikesyre, propionsyre og smørsyre, der dannes ved kulhydrats nedbrydning
- **Grøngødning**: afgrøde, der først og fremmest dyrkes for at forbedre jorden eller går-dens næ-ringsstofbalance
- **Ileum**: krumtarm, nederste del af tyndtarm
- **Symbiotisk forhold**: samliv mellem forskellige organismer fra forskellige arter, hvor begge organismer får et positivt udbytte af samlivet
- **Sædskifte**: dyrkningsform, hvor afgrøderne veksler på markerne efter bestemt møn-ster for at optimere jordens frugtbarhed og undgå udpining af jorden
- **Ækv.**: forkortelse for ækvivalenter



BACHELORUDDANNELSE I

JORDBRUG, FØDEVARER OG MILJØ

Få en uddannelse på Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og vær med når vi løser udfordringerne inden for fremtidens jordbrug, føde-vareproduktion og miljø.

Læs mere på www.agrsci.dk/uddannelse

JORDENS **BEDSTE UDDANNELSE**



DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET
AARHUS UNIVERSITET

Kan landbruget reducere udledningen af drivhusgasser?



Forskningsprofessor Jørgen E. Olesen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Jordbrugsproduktion og Miljø
jorgene.olesen@agrsci.dk

FN's klimakonvention fra 1992 udgør den globale ramme for imødegåelse af menneskeskabte klimaændringer. Konventionens formål er at stabilisere atmosfærens indhold af drivhusgasser på et niveau, som kan forhindre farlig indvirkning på klimaet. Kyoto-protokollen under klimakonventionen forpligtiger en række industrilande til en 5% reduktion i udledningen af drivhusgasser. Under Kyoto-protokollen har Danmark en forpligtelse til i perioden 2008-2012 at reducere udledningen af drivhusgasser med 21% i forhold til 1990. Den seneste fremskrivning af den danske udledning af drivhusgasser viser en stigning på 13%. Selv hvis der korrigeres for elektricitetsimport fås kun et fald på 8%. Der er således en betydelig manko i forhold til målsætningen om en reduktion på 21%. Dette skyldes især stigende udledninger fra transport-, industri- og handelssektorerne.

Landbrugets udledninger

Landbrugsproduktionen medfører udledninger af metan (CH_4) og lattergas (N_2O), som bidrager til den menneskeskabte drivhuseffekt. Drivhuseffekten af metan og lattergas er henholdsvis 21 og 310 gange kraftigere end effekten af kuldioxid (CO_2). CO_2 fra biologiske processer er neutralt i forhold til drivhuseffekten, men ændringer i arealanvendelsen indenfor skov- og landbrug samt imellem de to arealanvendelser kan påvirke lagringen af kulstof i jord og dermed balancen mellem bundet og atmosfærisk CO_2. Landbruget har endvidere et energiforbrug (direkte og indirekte), som også bidrager til udledning af CO_2. Dette kan delvis kompenseres gennem udnyttelse af biomasse til energiproduktion.

Landbrugets emission af metan og lattergas er opgjort til 12.8 mio. t CO_2-ækv i 1990 faldende til 9.95 mio. t CO_2-ækv i 2003, hvilket svarer til et fald på 22% (tabel 1). Hertil kommer emissioner fra energiforbrug samt forbrug af kalk og fra ændringer i jordens kulstofindhold. Her spiller især opdyrkningen af humusjorde en rolle for emissionerne. Disse er dog usikre, især på grund af usikkerheder omkring omfanget af dyrkningen af humusjorde.

Gennemførte og forventede reduktioner

Udledningen i metan fra husdyrenes fordøjelse stammer især fra kvæg (70%) og svin (27%). Denne udledning har været svagt faldende over de sidste 20 år som følge af et fald i kvægbestanden, som kun delvis er opvejet af en stigende udledning pr. dyr. Samtidigt er der sket et skift i håndteringen af husdyrgødningen mod mere gyllebaserede systemer, som har en større udledning af metan end systemer med fast staldgødning og ajle. Samlet set er der kun sket en mindre ændring i udledningen af metan fra landbruget (tabel 1).

For at reducere udledningen af kvælstof fra landbruget er der siden 1985 gennemført en række handlingsplaner. Det vurderes, at handlingsplanerne har reduceret udslippet af drivhusgasser med ca. 2,2 mio. t CO_2-ækv. Reduktionen skyldes udelukkende den ændrede kvælstofbalance i landbruget. Især bidrager reduktionen i anvendelsen af handelsgødning og i kvælstofudvaskning til en mindre beregnet udledning af lattergas.

Under uændrede vilkår med faldende kvægbestand, øget svinebestand samt faldende areal i omdrift forventes udledningen af drivhusgasser fra dansk landbrug at falde yderligere med ca. 0,17 mio. t CO_2-ækv fra 2003 til 2008/12. Samlet vurderes det, at emissionen af drivhusgasser fra landbruget falder fra 1990 til 2008/12 fra 13,40 mio. t CO_2-ækv pr. år til 10,07 mio. t CO_2-ækv pr. år svarende til et fald på 25%. EUs landbrugsreform vurderes at mindske emissionen yderligere med 0,23 mio. t CO_2-ækv pr. år.

Tabel 1. Udledning af drivhusgasserne metan, lattergas og kuldioxid fra dansk landbrug i 1990 og 2003 angivet i mio. ton CO_2-ækvivalenter pr. år.

Udledning	Kilde	1990	2003	Ændring (%)
Metan (CH_4)	Husdyr fordøjelse	3,05	2,66	
	Husdyrgødning	0,75	0,99	
	Reduktion biogasanlæg	0,00	-0,02	
	I alt	3,79	3,63	-4
Lattergas (N_2O)	Husdyrgødning	0,66	0,55	
	Afgræsning	0,29	0,27	
	Handelsgødning	2,35	1,17	
	Husdyrgødning udbragt	1,08	1,06	
	Slam udbragt	0,02	0,06	
	Ammoniak fordampning	0,53	0,38	
	Udvaskning	3,35	2,22	
	N-fiksering	0,27	0,20	
	Afgrøderester	0,35	0,32	
	Humusjorde	0,07	0,07	
	Reduktion biogasanlæg	0,00	0,01	
	I alt	8,97	6,31	-30
Kuldioxid (CO_2)	Energiforbrug	2,42	2,13	
	Kalkning	0,56	0,23	
	Kulstof i mineraljorde	-0,14	-0,63	
	Kulstof i humusjorde	2,60	2,42	
	Hegn	0,02	-0,13	
	Andet	0,13	0,12	
	I alt	5,59	4,14	-26

Yderligere reduktionsmuligheder

Der findes en række muligheder inden for landbruget for yderligere at reducere udledningen af drivhusgasser. Her peges kun på et udvalg af disse muligheder. For nogle af disse er der fortsat brug for forskning og udvikling, inden de tages i anvendelse, hvorimod andre begrænses af nuværende støtteordninger, beskatningssystemer o.l. Generelt har kun få af mulighederne omkostningseffektivitet, der ligger under Regeringens pejlemærke på 120 kr. pr. CO_2-ækvivalent.

Inden for energiforbruget kan peges på energiforbruget i marken, hvor indførelse af reduceret jordbearbejdning og mere effektiv vanding vil være oplagte muligheder.

Udledningen af metan kan reduceres ved
- Ændret fodring, især et øget indhold af fedt (umættede fedtsyrer).
- Ændret håndtering af husdyrgødning, f.eks. bioforgasning, overdækning af gyllebeholdere og porøse flydelag.

Udledningen af lattergas kan reduceres ved
- Reduktion af gødningsmængden.
- Udgå udbringning af gødning under våde forhold og udgå af udbringe handelsgødning samtidigt med husdyrgødning.
- Bioforgasning af gylle.
- Undlade dyrkning af organiske jorde.

Fortrængning af fossilt energi kan opnås gennem udnyttelse af biomasse til energiformål
- Bioforgasning af gylle og andre organiske affaldsstoffer, herunder grøngødning.
- Større udnyttelse af den eksisterende halmproduktion gennem anvendelse til energiformål.
- Dyrkning af deciderede energiafgrøder bl.a. pil og elefantgræs.

Jorden har et potentiale for at kunne lagre betydelige mængder kulstof. Dette vil især kunne påvirkes gennem
- Skovrejsning på landbrugsjord.
- Undladelse af traditionel landbrugsmæssig dyrkning af organiske jorde.
- Større tilbageførsel af afgrøderester, reduceret jordbearbejdning, flere længerevarende græsmarker i sædskiftet.

Flere af de ovennævnte tiltag vil samtidigt kunne reducere emissionen af drivhusgasser gennem flere mekanismer, f.eks. vil bioforgasning af gylle kunne reducere det direkte udslip af metan og lattergas fra gødningen samtidig med, at der sker en fortrængning af fossil energi.

Litteratur

Olesen JE, Petersen SO, Gyldenkærne S, Mikkelsen MH, Jacobsen BH, Vesterdal L, Jørgensen AMK, Christensen BT, Abildtrup J, Heidmann T & Rubæk G. 2004. Jordbrug og klimaændringer - samspil til vandmiljøplaner. DJF rapport Markbrug nr. 109.

Drivhusgasser og husdyrproduktion

Husdyrproduktionen udleder store mængder drivhusgasser til atmosfæren. Med en bedre udnyttelse af viden og teknologi vil husdyrproduktionen imidlertid kunne bidrage til en reduktion af Danmarks nettoudledning af drivhusgasser.

Af Sven G. Sommer, Søren O. Petersen, Jørgen E. Olesen og Henrik Falkenberg

Næsten alle danskere sætter dagligt kød og mælk på bordet. Det forudsætter en husdyrproduktion, hvor dyrene uundgåeligt vil bøvse, prutte og skide fra tid til anden. Disse naturlige funktioner har en uheldig sideeffekt, idet der bliver udledt store mængder drivhusgasser til atmosfæren, hvor de bidrager til den globale opvarmning. Det drejer sig især om drivhusgasserne metan (CH_4) og lattergas (N_2O), som står for hhv. 30 og 10 % af stigningen i den samlede drivhuseffekt. Husdyr er den vigtigste antropogene (menneskeskabte) kilde til metan, som udledes i bøvser fra køer og forgæringsprodukter fra husdyrgødning. Lattergas fra husdyrproduktionen stammer fra gødningen, primært efter at den er bragt ud på marken.

Forbruget af animalske produkter stiger globalt, i takt med at vore medmennesker i Asien berettiget øger deres levestandard. Derfor er der et påtrængende behov for at udvikle og indføre produktionssystemer med driftsformer og teknologi, som reducerer udledningen af drivhusgasser.

Vores påstand er, at det er muligt at vende udviklingen, således at husdyrproduktionen bidrager til at reducere nettoudledningen af drivhusgasser til atmosfæren i stedet for at øge den.



Husdyrproduktion udleder i dag store mængder af drivhusgasser til atmosfæren.

Husdyr som kilde til metan og lattergas

Metan dannes ved nedbrydning af organisk materiale. De mikroorganismer, som danner metan, er kun virksomme under helt iltfrie (anaerobe) forhold. Deres aktivitet er lav ved temperaturer under 10-15 °C, men øges med stigende temperatur

op til 55-60ºC, hvor produktionen af metan helt ophører.

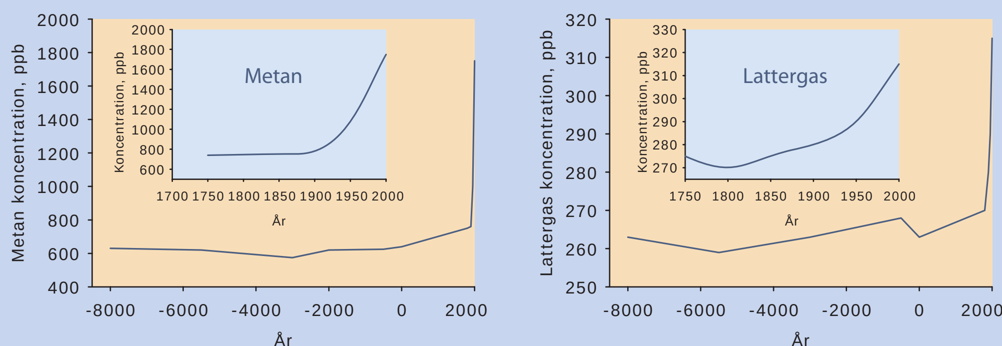
Drøvtyggere, som køer og får, har udviklet et mave-tarm-system, hvor en af maverne (vommen) er iltfri, og hvor en blanding af amøber, bakterier og svampe nedbryder græs og andet grovfoder til organiske forbindelser, som drøvtyggerne kan udnytte. Metan er et biprodukt fra nedbrydningen i vommen, som drøvtyggerne bøvser op. I enmavede dyr, som grise og mennesker, sker nedbrydningen af føde i den korte tarm. Her er produktionen af metan ikke nær så stor som i drøvtyggeres vom (men alligevel stor nok til, at kvikke børn har kunnet teste den ved at sætte ild til metan i prutter).

Husdyrenes gødning opbevares primært som gylle, en blanding af fæces og urin og evt. noget strøelse og vand fra rengøring i stalden. Lagret gylle indeholder meget organisk materiale og er et iltfrit miljø. Derfor dannes metan fortsat under opbevaringen af gylle i stalden og i gyllelagre uden for stalden.

Lattergas kan dannes ved ufuldstændig nedbrydning af ammoniak (NH_3) til nitrat (NO_3). Ved en fuldstændig nedbrydning oxideres ammoniak i gyllen via nitrit til nitrat, men hvis iltmangel eller andre stresfaktorer forhindrer nitrat-dannelsen i at løbe helt til ende, dannes lattergas (en en sideproduktion ved processen kaldet nitrifikation – se boks).

Udbringning af husdyrgødning på marken fremmer dannelsen af nitrat, som derfor ophobes i jorden i en periode, hvorefter det typisk udnyttes af planter som kvælstofkilde eller tabes gennem udvaskning. Men nitrat kan også indgå i visse bakteriers stofskifte, hvorved der dannes frit luftformigt kvælstof (N_2) ved en proces kaldet denitrikation. Forudsætningen for dette er iltfattige forhold, hvilket f.eks. kan opstå i jorden efter nedbør. Hvis dannelsen af frit kvælstof ikke forløber fuldstændigt, vil en del af nitraten ende som lattergas (se boks), hvilket bl.a. forekommer hvis jorden ikke er fuldstændig iltfri.

Metan og lattergas i atmosfæren



Stigningen i atmosfærens indhold af drivhusgasserne metan og lattergas. 1 pbb metan svarer til 1 liter metan i 1 milliard liter atmosfærisk luft.

Reduktion af metan og lattergas

Metanproduktion er ekstremt temperaturafhængig. Derfor kan metanproduktionen effektivt reduceres ved afkøling, f.eks. ved at pumpe gyllen fra en varm stald ud i en koldere gyllebeholder. Effekten er markant, fordi gyllebeholderen tømmes om foråret og kun indeholder lidt gylle om sommeren, hvor den udendørs temperatur er højest. Ved daglig udpumpning af gyllen kan man under danske forhold reducere metanudledningen fra stalde med 40 %.

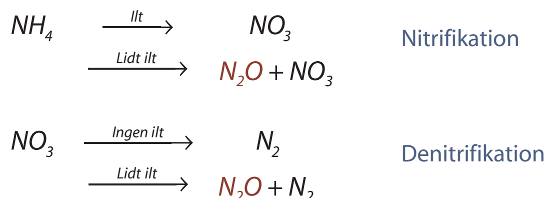
Endnu mere effektivt er det at skylle gyllekanalerne efter tømning, for derved fjerner man de mikroorganismer, som er tilpasset temperaturen og miljøet. Det kan tage flere uger, før de effektive metanproducenter igen er opformeret, og derfor vil denne teknik reducere metandannelsen i stalden.

Metanudledningen fra gyllebeholderen kan også reduceres. På gyllens overflade samler der sig ofte et lag af organisk materiale – et flydelag, som kan forøges ved at blande halm i gyllen. Et flydelag er en effektiv barriere mod ammoniak-

Metan og lattergas som drivhusgasser

Metan og lattergas i atmosfæren lader kortbølgede (højfrekvente) solstråler passere jordens atmosfære, hvor de rammer jord og planter. En andel af strålernes energi omdannes ved fotosyntese til planteprodukter og varme, men en anden del kastes tilbage (reflekteres) mod verdensrummet. Jorden afkøles igen ved udstråling af stråler med en længere bølgelængde (lavfrekvent varmestråling). De reflekterede stråler kan tilbageholdes af metan og lattergas og føre til en opvarmning af atmosfæren og jorden.

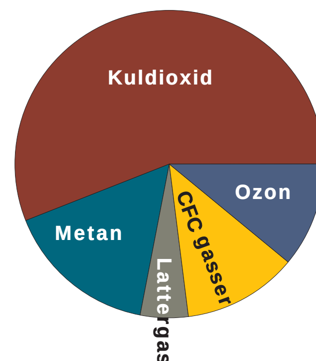
Effekten af metan og lattergas vurderes i forhold til effekten af kuldioxid i atmosfæren. For metan skønnes det, at effekten af 1 kg metan svarer til effekten af 23 kg kuldioxid, og 1 kg lattergas svarer til 296 kg kuldioxid. I vurderingen indgår gassernes levetid i atmosfæren, og hvor meget de bidrager til opvarmningen i den tid, de er i atmosfæren. Både metan og lattergas er altså meget kraftige drivhusgasser sammenlignet med kuldioxid.



Dannelse af lattergas ved nitrifikation og denitrifikation.

Nitrifikation: *Lattergas (N_2O) dannes ved iltning af ammonium (NH_4) via nitrit (NO_2) til nitrat (NO_3) under særlige forhold, bl.a. når iltindholdet er utilstrækkeligt til at sikre en effektiv omdannelse til nitrat.*

Denitrifikation: *Lattergas (N_2O) kan dannes ved reduktion af nitrat (NO_3) til frit kvælstof (N_2), bl.a. når der ikke er helt iltfrit.*



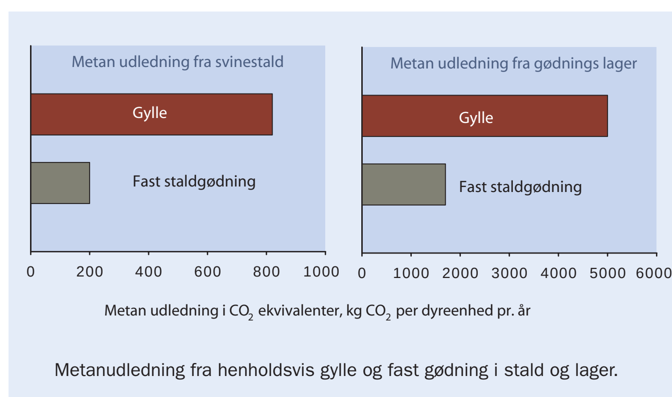
Figuren viser forskellige drivhusgassers andel i den globale opvarmning beregnet for perioden fra 1750 til 2005. En række andre faktorer, som f.eks. støv i atmosfæren, er med til at afkøle jordkloden, men samlet giver de menneskeskabte bidrag anledning til en opvarmning.



Produktion af biogas reducerer udledningen af drivhusgasser. Her ses en større gård med eget biogasanlæg.

fordampning, men flydelaget kan også udtørre i overfladen og dermed give adgang for ilt, så iltkrævende mikroorganismer kan etablere sig på strå og skidt. Flydelaget får derved muligvis en rolle som metanrensende filter. Effekten af denne proces kendes ikke i dag, men kan formentlig øges ved at forlænge opholdstiden for metan i lageret gennem overdækning af gyllebeholderen.

De foregående eksempler beskriver muligheder for at optimere håndteringen af gylle. Alternativt kunne staldsystemerne ombygges, så gødningen håndteres tørt. Det vil typisk indebære, at man lader dyrene gå på strå og ofte strøer med halm for at sikre dyrene et godt miljø og høj velfærd. Det høje indhold af strå i f.eks. svinemøg øger ilttilgangen til gødningen under lagring, og derfor reduceres produktionen af metan. I stalden reduceres metanproduktionen med ca. 75 %, og i gødningslageret med 50-60 %, hvis gødningen håndteres på fast form (se figur).



Metanudledning fra henholdsvis gylle og fast gødning i stald og lager.

Energi fra biogas

For at forvandle husdyrproduktionen fra en netto-kilde til et netto-dræn for drivhusgasser, skal reduktioner i drivhusgasudledningen fra husdyr og deres gødning kombineres med energifremstilling. Metanudledningen fra gylle kan reduceres ved at behandle gyllen i et biogasanlæg, hvor metan udnyttes til energiproduktion. I biogasanlægget opvarmes gyllen for at øge produktionen af metan. I Danmark anvendes biogas som brændstof i gasmotorer, der trækker el-generatorer. I Sverige benyttes gassen også som brændstof til biler. På en kubikmeter gylle fra henholdsvis kvæg og svin kan der produceres 350-500 MJ energi (hvilket omtrent svarer til energien i 10-15 liter benzin). Der er mest energi i det organiske tørstof fra svin.

Ved fremstilling af energi på et biogasanlæg vil der være mindre behov for energi fra kulkraftværker. Derfor vil der blive afbrændt mindre kul, og udledningen af kuldioxid (CO_2) vil blive reduceret. Hvis produktionen af biogas erstatter kul, vil det medføre, at der

udledes mindre CO_2 fra kulkraftværker, svarende til 35-50 kg CO_2 for hver 350-500 MJ energi som produceres på biogasanlægget. Biogasproduktion anses derfor at være en grøn, dvs. vedvarende eller bæredygtig energikilde.

Fra udleder til forbruger

Som strategi for reduktion af drivhusgasudledninger fra husdyrproduktionen i Danmark foreslår vi, at gyllen dagligt bliver udpumpet fra stalden, og at den behandles i et biogasanlæg før lagring. I biogasanlægget bliver organisk tørstof i gyllen nedbrudt til metan i biogas, som kan udnyttes til el og varme. Derved reducerer man CO_2-udledningen fra kraftværkerne (se tabel).

Det smukke ved biogasproduktion er, at organisk stof i gyllen nedbrydes under kontrollerede forhold og omdannes til brugbar biogas. Mængden af organisk stof i den afgassede gylle er lavt, så når biogasgyllen lagres i gyllebeholdere vil metanudledningen til atmosfæren være lav i forhold til metanudledningen fra lagre med ubehandlet gylle.

Efter udbringning fordeler gyllen sig i jorden. Med sit lavere indhold af organisk stof vil biogasgyllen være mindre iltforbrugende og mere tyndtflydende. Det betyder, at ammoniak iltes mere effektivt til nitrat, og at forbruget af nitrat til bakteriernes respiration er mindre (denitrifikation). Begge dele mindsker risikoen for lattergasproduktion efter udbringning af gylle.

Det er vores vurdering, at en større udbredelse af de nævnte teknologier til håndtering og behandling af husdyrgødning vil betyde at husdyrproduktion vil bidrage til en reduktion i den samlede mængde af udledte drivhusgasser frem for, som det nu er tilfældet, til en stigning.

Husdyrbrugets drivhusgasudledning

	Uden teknologi kg CO_2-eqv per kg VS	Med teknologi kg CO_2-eqv per kg VS
Stald	0.35	0.10
Lager	0.42	0.05
Biogas anlæg	0.00	0.18
Mark	0.32	0.11
Kul erstatning	0.00	-0.80
I alt	1.09	-0.36

Tabel. Husdyrbrugets drivhusgasudledning kan vendes til en nettooptagelse af drivhusgasser ved anvendelse af ny teknologi. VS er det omsættelige tørstof i gylle. Røde negative tal på bundlinien betyder, at landbruget reducerer den samlede drivhusgasudledning.



Foto: Jørgen Dahlgaard

Brug af teknologi kan reducere udledningen af drivhusgasser fra husdyrsproduktionen dramatisk.

Om forfatterne



Sven G. Sommer er professor ved Institut for Kemi-, Bio- og Miljøteknologi, Syddansk Universitet
Tlf.: 6550 7359
E-mail: sgs@kbm.sdu.dk



Søren O. Petersen er seniorforsker ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet
Tlf.: 8999 1723
soren.o.petersen@agrsci.dk



Jørgen E. Olesen er forskningsprofessor ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet
Tlf.: 8999 1659
E-mail: jorgene.olesen@agrsci.dk



Henrik Falkenberg er gymnasielærer ved Vejen Gymnasium og HF
Tlf.: 7536 3277
henrik.falkenberg@skolekom.dk

Videre læsning:

• *Møller, H.B., Ahring, B.K. and Sommer,S.G. 2004. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. Biomass and Bioenergy. 26, 485-495.*
• *Møller, H.B., Sommer, S.G. and Ahring, B.K. 2004. Biological degradation and greenhouse gas emissions during pre-storage of liquid animal manure. Jour. of Environm. Quality. 33, 27-36.*
• *Sommer S. G., Petersen S. O. and Møller, H.B. 2004. Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 69 (2): 143-154.*